

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA

LUCAS FRANCELINO DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE, ANTIMICROBIANO E  
TOXICOLÓGICO DO EXTRATO DA FARINHA DA CASCA DA JABUTICABA  
(*Plinia cauliflora*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SÃO CRISTÓVÃO (SE)

2017

**Avaliação do potencial antioxidante, antimicrobiano e toxicológico do extrato da farinha da casca da jabuticaba (*Plinia cauliflora*)**

Evaluation of potential antioxidant, antimicrobial and toxicologic of extract flour peel of jabuticaba (*Plinia cauliflora*)

**RESUMO** - A presença dos compostos bioativos nos frutos tropicais leva ao aumento do seu consumo e de seus derivados fazendo crescer a carga de resíduos agroindustriais e o interesse por pesquisas associadas à utilização desses resíduos. A *Plinia cauliflora* conhecida popularmente como jabuticaba é uma fruta originária do Brasil sendo que a sua casca representa até 43% do fruto. Deste modo, objetivou-se avaliar as atividades antioxidantes (método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e ABTS [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico]), antimicrobiana através do método de disco-difusão e concentração inibitória mínima e toxicidade em embriões de *Danio rerio* dos extratos da casca e da farinha da casca da *Plinia cauliflora*. Para a realização das análises, as cascas foram separadas em dois lotes: casca *in natura* (lote 1) e a farinha da casca (lote 2), sendo que os dois lotes foram submetidos a extração com álcool etílico (99,5%) obtendo-se extratos de cada lote. Na atividade antioxidante e antimicrobiana, a farinha da casca e a casca *in natura* apresentaram resultados semelhantes entre si, fato explicado pela baixa temperatura utilizada (40 °C) no processo de secagem, da qual não afeta diretamente os compostos bioativos presentes em sua matriz vegetal. Também foi observado que o extrato da farinha da casca não apresenta potencial tóxico em concentrações iguais ou inferiores a 2,5 µL/mL em embriões de *Danio rerio*. Assim sendo, a utilização do extrato da farinha da casca da *Plinia cauliflora* pela indústria pode ser uma alternativa segura, promissora e sustentável da qual agrega um maior valor aos produtos finais.

**Palavras-chave:** *Plinia cauliflora*. Farinha da casca. Resíduo Agroindustrial. Compostos Bioativos. Toxicidade.

**ABSTRACT** – The presence of bioactive compounds in tropical fruits leads to an increase in their consumption and their agroindustrial waste processing products and the interest in research associated with the use of residues. *Plinia cauliflora* popularly known as jabuticaba is a fruit originating in Brazil and its bark represent up to 43% of the fruit. The objective of this study was to evaluate the antioxidant activities (DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ABTS [2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline) 6-sulfonic acid]), antimicrobial of disc diffusion method and minimum inhibitory concentration and toxicity in *Danio rerio* embryos of the peel and flour peel extracts of *Plinia cauliflora*. In order to carry out these analyzes, the peels were separated into two lots: peel *in natura* (lot 1) and peel flour (lot 2), both of which were extracted with ethyl alcohol (99.5%), extracts from each batch. In the antioxidant and antimicrobial activity, the peel flour and the peel *in natura* presented similar results among themselves, a fact explained by the low temperature used (40 ° C) in the drying process, in which it was not directly affect the bioactive compounds in its plant matrix . It was also observed that the extract of the peel flour did not present toxic potential in concentrations equal to or less than 2.5 µL / mL in *Danio rerio* embryos. Therefore, the use of peel flour extract from *Plinia cauliflora* to industry can be a safe, promising and sustainable alternative of added quality to a higher value to final products.

**Key words:** *Plinia cauliflora*. Peel flour. Agroindustrial Residue. Bioactive compounds. Toxicity.

## 1. INTRODUÇÃO

A presença de nutrientes e compostos bioativos é um dos principais fatores que conduzem ao crescente interesse pelo consumo de frutas tropicais (RUFINO et al., 2010). Com o aumento da produção dessas frutas e de seus derivados gera-se também o aumento no número de resíduos agroindustriais que além de gerar um custo adicional para indústria,

provoca impactos ambientais quando depositados de forma incorreta necessitando de investimentos para o controle dessa deposição (UPADHYAY et al., 2010).

Devido ao alto teor nutricional presente nos resíduos agroindustriais e os impactos ambientais que o descarte inapropriado dos mesmos podem causar; uma das estratégias para beneficiar a saúde dos consumidores e a melhoria do meio ambiente, seria a secagem dessas partes usualmente não comestíveis para a obtenção de farinhas, tornando-as adequadas para várias aplicações (DAMIANI et al., 2011).

Ainda, as frutas coloridas são fontes potencialmente ricas em compostos fenólicos e acredita-se que desempenham importante papel na prevenção dos efeitos causados pelo estresse oxidativo, e conseqüentemente, reduzem o risco de surgimento de várias enfermidades, como as doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (ARTS; HOLLMAN, 2005; CAVALCANTI et al., 2011).

Uma fruta que tem despertado o interesse dos produtores rurais é a *Plinia cauliflora* (Myrtaceae) conhecida popularmente como jabuticaba. Esta possui alta produtividade, rusticidade, além de possibilitar o aproveitamento de seus frutos *in natura* ou pela indústria alimentícia. No Brasil, a comercialização da jabuticaba tem aumentado anualmente. (CITADIN; DANNER; SASSO, 2010).

A jabuticaba é conhecida por possuir altos teores de compostos fenólicos como antocianinas e taninos, principalmente em sua casca, o que contribui para a sua elevada capacidade antioxidante (CAVALCANTI et al., 2011; REYNERTSON et al., 2008; SANTOS et al., 2010). Apesar de ser grande a produção de um único arbusto, as frutas depois de coletadas tem uma vida útil de até três dias, o que prejudica a sua comercialização (ASCHIERI; ASCHIERI; CARVALHO, 2006; SATO; CUNHA, 2009).

Além de prevenir o dano oxidativo, uma fruta deve ser segura ao uso popular. Através da toxicologia é possível gerir o risco, promovendo o estabelecimento de medidas de segurança na utilização dos compostos químicos. Devido a isso, o *Danio rerio*, conhecido

popularmente como peixe-paulistinha emerge como uma alternativa aos modelos animais atualmente utilizados para a avaliação da toxicidade devido a sua fácil obtenção, baixo custo e por ser um método não-invasivo (ANDRADE et al., 2016; MAGALHÃES; FILHO, 2008).

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade e a segurança da farinha da casca da jabuticaba quanto a teor de compostos antioxidantes, capacidade antimicrobiana e potencial tóxico, visando sua futura aplicação pela indústria.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Material vegetal**

Os frutos da *Plinia cauliflora* foram obtidos no comércio local de Aracaju/SE e transportados para o Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) na Universidade Federal de Sergipe (UFS), onde foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) e em seguida, despulpados a mão. As cascas foram pesadas e separadas em dois lotes.

O primeiro designado como lote 1, composto pela casca da fruta *in natura* e o lote 2, composto pela farinha da casca que foi submetido ao processo de secagem em estufa a 40 °C até peso constante e posterior trituração em moinho de porte industrial. Os dois lotes foram submetidos ao processo de extração com álcool etílico 99,5% para a obtenção dos extratos dos lotes 1 (E1) e 2 (E2).

### **2.2. Determinação da atividade antioxidante**

A atividade antioxidante foi determinada por dois diferentes métodos, DPPH e o ABTS. Para o método DPPH seguiu-se a metodologia de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) com modificações propostas por Boroski et al. (2011), para a determinação dos valores de IC<sub>50</sub>.

Entretanto, devido à dificuldade em se ter um padrão nos resultados, Scherer e Godoy (2009) propuseram um índice de atividade antioxidante (IAA), para avaliar a eficiência antioxidante em extrato de plantas, considerando a concentração do DPPH e os valores de IC<sub>50</sub>. A Tabela 1 apresenta a descrição dos valores de IAA para os extratos vegetais.

**Tabela 1** - Descrição do potencial antioxidante de acordo com o índice de atividade antioxidante (IAA)

| IAA       | Capacidade Antioxidante |
|-----------|-------------------------|
| < 0,5     | Fraco                   |
| 0,5 a 1,0 | Moderado                |
| 1,0 a 2,0 | Forte                   |
| > 2,0     | Muito Forte             |

Fonte: Scherer e Godoy, 2009

Para determinar a atividade antioxidante pelo método de captura do cátion radicalar ABTS seguiu-se a metodologia de ANDREU (2017). O método se baseia no ensaio da capacidade antioxidante equivalente ao Trolox.

### 2.3. Avaliação da atividade antimicrobiana

A análise da atividade antimicrobiana foi determinada por dois diferentes métodos, método de disco-difusão e Concentração Inibitória Mínima (CIM). Para tais, foram utilizadas cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 10536) e *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) gentilmente cedidas pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP.

As cepas foram inoculadas em caldo tripticase soja (TSB) e incubadas por 24 h a 35 °C. Após isso, os inóculos foram enumerados para a realização da avaliação da atividade antimicrobiana pelos dois métodos.

Para o método de disco-difusão, as placas com o meio Mueller Hinton (MH) previamente preparadas e secas foram semeadas com o inóculo de aproximadamente  $10^8$  UFC/mL com swab estéril e deixadas em repouso para absorção.

Após a absorção do inóculo, discos de papel filtro de 8 mm de diâmetro foram impregnados com 10 µL dos extratos e depositados sob a superfície do meio inoculado. Para o controle positivo utilizou-se álcool etílico 99,9% e para o controle negativo, água destilada. Ambos utilizados conforme a metodologia aplicada no extrato. Posteriormente, as placas

foram incubadas a 35°C por 48 horas para a possível observação da formação de halos de inibição do crescimento dos microrganismos testados.

O teste de Concentração Inibitória Mínima foi realizado de acordo Manetti *et al.* (2010) com algumas adaptações. Para o controle positivo da viabilidade bacteriana utilizou-se o caldo BHI e o inóculo microbiano (10 µL), o controle negativo foi avaliado por meio da atividade inibitória do diluente (DMSO) e para o controle de esterilidade utilizou-se apenas o caldo. As placas foram incubadas em equipamento de demanda bioquímica de oxigênio (BOD) a 37°C por 18 horas. Após este período, foram adicionados 20 µL de trifeniltetrazolio-2,3,5 cloreto (0,5%, v/v) em cada poço e reincubadas por mais 2 horas. A mudança da coloração de incolor para vermelha indicou a presença de microrganismos, e assim a menor concentração para a qual não houve crescimento das bactérias.

Os testes de atividade antimicrobiana foram realizados em triplicata com duplicata de placas.

#### 2.4. Avaliação da toxicidade

A avaliação da toxicidade do extrato da farinha da casca da jabuticaba foi realizada de acordo com a orientação do protocolo 236 da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento em zebrafish (OECD TG 236, 2013) com algumas adaptações (ANDRADE *et al.*, 2016). Os animais utilizados para a reprodução foram mantidos no Laboratório de Estudos Neurofarmacológicos em Zebrafish (LABENZ) do Departamento de Farmácia (DFA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Para a obtenção dos ovos, os reprodutores foram divididos na proporção de dois machos para uma fêmea. Os ovos coagulados foram descartados e os viáveis foram utilizados para o ensaio de toxicidade.

Para o ensaio da toxicidade, os ovos fecundados entre 20 a 24 horas pós-fertilização, foram expostos a diferentes concentrações do extrato de farinha da casca de jabuticaba (80, 40, 20, 10, 5, 2,5, 1,25, 0,6 e 0,3 µL/mL) e do controle (água destilada enriquecida com sais)

durante um período de 96 horas, em sistema estático (OECD, 2013). As observações foram realizadas após 24, 48, 72 e 96 horas pós fertilização através do auxílio de um esteriomicroscópio (Estetereoscópio SQF-F, Tecnival®). O ensaio foi realizado em duplicata.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo, avaliou-se a capacidade antioxidante dos extratos da jabuticaba pelos métodos de DPPH e ABTS. O método de ABTS se fundamenta na redução do radical  $ABTS^{\bullet+}$  pelas substâncias antioxidantes. Os valores observados de capacidade antioxidante para o extrato da casca *in natura* (492,92  $\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ ) e para o extrato da farinha da casca de jabuticaba (364,02  $\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ ) (Tabela 2) foram superiores aos valores relatados para as polpas de frutos como *Mouriri pusa* Gardner (puçá-preto, 125  $\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ ) e *Byrsonima crassifolia* (murici, 131,58  $\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ ) (RUFINO et al., 2010; SOUZA et al., 2012).

**Tabela 2** - Atividade antioxidante do extrato da casca *in natura* (E1) e do extrato da farinha da casca (E2) pelo método ABTS em equivalente Trolox

| Amostras | $\mu\text{mol TE. g}^{-1}$ |
|----------|----------------------------|
| E1       | 492,92 $\pm$ 7,43          |
| E2       | 364,02 $\pm$ 3,11          |

\*Valores das médias das triplicatas  $\pm$ desvio-padrão.

Entretanto, nota-se que a capacidade antioxidante do extrato da farinha da casca de jabuticaba foi inferior a atividade antioxidante do extrato da casca *in natura* (Tabela 2). Esta diferença pode ser explicada pelo procedimento de aquecimento em estufa a que foi submetido à casca para a obtenção da farinha, pois os compostos antioxidantes são sensíveis ao calor.

Já o método DPPH se baseia pelos mecanismos de transferência de elétrons e de átomos de hidrogênio, e fundamenta-se na capacidade dos antioxidantes em reduzir o radical DPPH $^{\bullet}$ , com mudança simultânea na coloração (de violeta para amarelo). Este método é considerado um dos mais simples, precisos e reprodutíveis, muito utilizado para frutas, extratos de plantas e substâncias puras (NIKI, 2010; SHARMA; BHAT, 2009).

Neste método, o extrato da casca *in natura* mantém sua capacidade antioxidante levemente superior ao extrato da farinha da casca (Tabela 3). Esses resultados demonstram



que o extrato da farinha da casca da jabuticaba (mesmo exposta à temperatura de 40°C) manteve os seus efeitos benéficos próximos ao extrato da casca *in natura* quando analisado por esse método.

**Tabela 3** - Valores de IC<sub>50</sub> e IAA obtidos nas análises de DPPH e classificação antioxidante da capacidade do extrato da casca *in natura* (E1) e do extrato da farinha da casca (E2)

| Amostras | IC <sub>50</sub> | IAA       | Capacidade Antioxidante |
|----------|------------------|-----------|-------------------------|
| E1       | 22,04±0,86       | 2,13±0,06 | Muito forte             |
| E2       | 23,48±0,52       | 2,00±0,05 | Muito forte             |

\*Valores das médias das triplicatas ± desvio-padrão.

O valor observado de capacidade antioxidante em relação a IC<sub>50</sub> pelo método DPPH nos extratos da jabuticaba (E1 = 22,04 e E2 = 23,48) foram superiores aos valores relatados para a capacidade antioxidante da polpa de frutos como acerola (24,42) e caju (154,45) (ROCHA et al., 2011). Cabe ressaltar que neste método quanto menor o valor de IC<sub>50</sub> maior a capacidade antioxidante da amostra.

As propriedades antioxidantes de origem vegetal podem ser explicadas pela presença de substâncias como os flavonoides em sua matriz, devido a sua capacidade de sequestrar radicais livres, atuando como doadores de hidrogênio, e quelar metais, podendo ter contribuição na diminuição de doenças crônico-degenerativas (GONZALO; ALONSO, 2002).

Para avaliar a capacidade antimicrobiana dos extratos da jabuticaba, os resultados foram analisados a partir da medição das zonas de inibição que circundavam os discos (teste de disco-difusão) ou a partir da mudança de cor (amarelo para rosa) nos micropoços das placas (teste de CIM).

**Tabela 4** – Diâmetros dos halos de inibição em milímetros obtidos pelo extrato da casca *in natura* (E1), do extrato da farinha da casca (E2) da jabuticaba e do controle (C) no teste de disco-difusão

| Amostras | Microrganismos   |                        |                |                         |
|----------|------------------|------------------------|----------------|-------------------------|
|          | <i>S. aureus</i> | <i>Salmonella ssp.</i> | <i>E. coli</i> | <i>L. monocytogenes</i> |
| E1       | 9,0±1,0          | NS                     | NS             | 10,0±0,3                |
| E2       | 13,5±0,5         | 8,5±0,7                | 10,0±0,3       | 14,0±0,5                |
| C        | 10,0±0,3         | 5,0±0,4                | 2,0±0,5        | 12,0±0,2                |

\*(NS) Não sensível ao extrato

\*\*Valores das médias das triplicatas ±desvio-padrão

A partir da Tabela 4 pode-se inferir que o extrato da farinha da casca de jabuticaba produziu halos de inibição superiores ao extrato da casca *in natura* e ao controle. Além de ser eficiente frente a todas as cepas testadas, diferente do E1 que apenas se mostrou eficaz frente às cepas de *S. aureus* e *L. monocytogenes*.

Os resultados obtidos com o teste da CIM (Tabela 5) confirmam os resultados obtidos com o teste de disco-difusão. Ainda, na CIM, o extrato da farinha da casca de jabuticaba, se mostra novamente com efeito superior ao extrato da casca *in natura*, exceto para cepas de *L. monocytogenes*.

**Tabela 5** – Concentração inibitória mínima (CIM) em µg/mL do extrato da casca *in natura* (E1) e do extrato da farinha da casca (E2) da jabuticaba

| Amostras | Microrganismos   |               |                |                         |
|----------|------------------|---------------|----------------|-------------------------|
|          | <i>S. aureus</i> | <i>S. spp</i> | <i>E. coli</i> | <i>L. monocytogenes</i> |
| E1       | 500              | NS            | NS             | 250                     |
| E2       | 250              | 250           | 250            | 250                     |

\*(NS) Não sensível ao extrato

Ainda em relação à CIM, verificou-se que o extrato da farinha da casca (E2) inibiu o crescimento de todos os microrganismos à 250 µg/mL (Tabela 5). Por outro lado, quando analisado o efeito do extrato *in natura* (E1) verifica-se que apenas bactérias gram-positivas foram inibidas, sendo o *S. aureus* mais resistente (500 µg/mL) que a *L. monocytogenes* (250 µg/mL).

A dificuldade apresentada pelo extrato da casca *in natura* em inibir bactérias gram-negativas pode ser explicada pela presença de uma membrana externa envolvendo a parede celular dessas bactérias, o que restringe a difusão de compostos hidrofóbicos através de sua cobertura lipopolissacarídica (BURT, 2004).

Dentro desse contexto, Souza-Moreira e colaboradores (2011) identificaram ácido elágico, ácido gálico e alguns flavonoides no extrato das folhas e frutos da jabuticaba. Já é bem estabelecido que esses compostos possuem atividade antimicrobiana seletiva frente à microrganismos patogênicos para o homem (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2005).

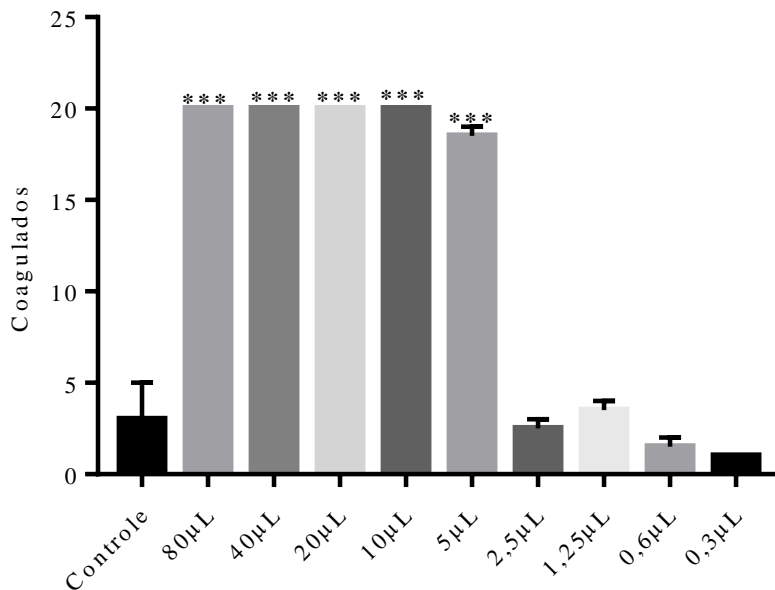
Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Nóbrega e colaboradores (2014) que avaliaram o impacto do processamento sobre compostos bioativos em resíduo agroindustrial da acerola desidratada por secagem em estufa. Observando uma redução na atividade antioxidante com um aumento evidente no poder antimicrobiano do mesmo.

Além disso, os compostos bioativos das frutas podem sofrer variações no teor desses compostos devido a fatores intrínsecos ou extrínsecos como o calor que pode provocar a transformação ou até a degradação de compostos bioativos presentes nesses farmacógenos. A secagem pode provocar reações de escurecimento enzimático e não-enzimático, reações de oxidação de lipídeos e vitaminas e degradação de pigmentos (ROCKENBACH et al., 2011).

Devido aos resultados obtidos na análise de capacidade antioxidante e antimicrobiana apontar o extrato da farinha da casca de jabuticaba mais eficiente que o extrato da casca *in natura*, avaliou-se a segurança deste através do teste de toxicidade em embriões de *Danio rerio*.

Para avaliar a toxicidade, os embriões de *Danio rerio* foram expostos ao extrato da jabuticaba em diferentes concentrações durante 96 horas pós-fertilização (Figura 1).

**Figura 1** - Mortalidade dos embriões de *Danio rerio* expostos ao extrato da farinha da casca de jabuticaba.



\*Os resultados foram analisados com ANOVA de uma via, seguido do pós-teste de Dunnet. Valor de p  
\*\*\*<0,001.

Através dos resultados obtidos para a avaliação da toxicidade, é possível inferir que as concentrações acima de 2,5 µL/mL do extrato oferecem risco de toxicidade a embriões de *Danio rerio*. As substâncias ativas presentes no extrato vegetal, em altas concentrações, foram capazes de retardar ou mesmo anular o desenvolvimento embrionário do *Danio rerio*.

As concentrações iguais ou inferiores a 2,5 µL/mL permitiram que os embriões eclodissem em média de 90% dos indivíduos testados, revelando que o extrato nessas concentrações oferece segurança para sua utilização nesse animal.

#### 4. CONCLUSÕES

Com os dados obtidos, conclui-se que os compostos antioxidantes e antimicrobianos presentes no extrato da farinha da casca da jabuticaba mantêm a sua capacidade antioxidante elevada mesmo após o processo de secagem. Ainda, esse extrato não apresenta potencial tóxico em concentrações iguais ou inferiores a 2,5 µL/mL em embriões de *Danio rerio* conforme teste de toxicidade. Através deste trabalho é possível afirmar que a utilização da farinha da casca da jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos é uma alternativa inovadora, segura e que agrega valor aos produtos finais.

## 5. REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15499: ecotoxicologia aquática – toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio com peixes. Rio de Janeiro, 2007.
- ANDRADE, T. S. et al. Carbendazim exposure induces developmental, biochemical and behavioural disturbance in zebrafish embryos. **Aquatic Toxicology**, v. 170, n. 12, p. 390–399, 2016.
- ANDREU L. Antioxidant properties and chemical characterization of Spanish *Opuntia ficus-indica* Mill. cladodes and fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Article in Press, 2017.
- ARTS, I. C. W.; HOLLMAN, P. C. H. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, n. 1, p. 317-325, 2005.
- ASCHIERI, D. P. R.; ASCHIERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.
- BOROSKI, M.; DE AGUIAR, A.C.; BOEING, J. S.; ROTTA, E. M.; WIBBY, C. L.; BONAFÉ, E. G.; DE SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Enhancement of pasta antioxidant activity with oregano and carrot leaf. **Food Chemistry**, v. 125, n. 2, p. 696-700, 2011.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.94, p.223-253, 2004.
- CAVALCANTI, R. N.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidant compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) byproducts: economic viability. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1672- 1678, 2011.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jabuticabeiras. **Revista brasileira de fruticultura, Cruz das Almas**, v. 32, n. 2, p. 343-656, 2010.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; RODOVALHO, E. C.; BECKER, F. S.; ASQUIERI, E. R.; OLIVEIRA, R. A.; LAGE, M. E. Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de farofa temperada. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 657-662, 2011.

GONZALO, J.C.R.; ALONSO, M.G. Flavonoides en alimentos vegetales: estructura y actividad antioxidante. **Alimentación, Nutrición y Salud**, v. 9, n. 2, p. 31-38, 2002.

MAGALHÃES, D.P.; FILHO, A.F. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 355-381, 2008.

MANETTI, L.M.; TURRA, A.F.; TAKEMURA, O.S.; SVIDZINSKI, T.I.E.; LAVERDE JUNIOR, A. Avaliação das atividades antimicrobiana, citotóxica, moluscicida e antioxidante de *Bromelia antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.12, p. 406-413, 2010.

NIKI, E. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 49, n. 4, p. 503-515, 2010.

NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. The impact of hot air drying on the Physical-chemical characteristics, bioactive Compounds and antioxidant activity of acerola (*Malphigia emarginata*) residue. **Journal of Food Processing and Preservation**, ISSN 1745-4549, 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Guideline for the testing of chemicals. Draft proposal for a new guideline fish embryo toxicity (FET) Test, 1 ed. p.1-11, 2013.

REYNERTSON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v. 109, n. 4, p. 883–890, 2008.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; NOHYNEK, L.; HARTMANN-SCHMIDLIN, S., KÄHKÖNEN, M.; HEINONEN, M.; MÄÄTTÄ-RIIHINEN, K.; OKSMANRANGKADILOK, K.M. Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, p. 991-1000, 2005.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINICOSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado/Total phenolics and condensed tannins in native fruits from Brazilian savanna. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

ROCKENBACH, I. I.; GONZAGA, L. V.; RIZELIO, V. M.; GONÇALVES, A. E. de S. S.; GENOVESE, M. I.; FETT, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, v. 44, p. 897–901, 2011.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Barking, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of antioxidant compounds from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Journal of Food Engineering**, v. 101, p. 23-31, 2010.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Effect of particle size on rheological properties of jaboticaba pulp. **Journal of food Engineering**, Essex, v. 91, n. 5, p. 566-570, 2009.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, v. 112, n. 3, p. 654-658, 2009.

SHARMA, O. P.; BHAT, T. K. DPPH antioxidant assay revisited. **Food Chemistry**, Barking, v. 113, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SOUZA-MOREIRA, TM, SEVERI, JA, SANTOS, E, SILVA, VY, VILEGAS, W, SALGADO HR, PIETRO RC.J Chemical and antidiarrheal studies of *Plinia cauliflora*. *Med Food.*, 14(12):1590-1596, 2011.

UPADHYAY, A; LAMA, J. P; TAWATA, S. Utilization of Pineapple Waste: A Review. **Journal of Food Science and Technology**. v. 6, p.10-18, 2010.



## ANEXO I

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**Atenção:** As normas da Revista Ciência Agronômica podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em “MODELO ARTIGO” no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

#### 1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de **artigos científicos e artigos técnicos que sejam originais e que não foram publicados ou submetidos a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais**. Os artigos poderão ser submetidos na Revista Ciência Agronômica nos idiomas português, inglês ou espanhol. **Se aprovado o artigo deverá ser traduzido e publicado em inglês**. A RCA exige que a tradução seja feita por alguma empresa especializada. Abaixo sugerimos preferencialmente algumas:

- Academic-Editing-Services.com (<http://www.academic-editing-services.com/>)
- American Journal Experts (<http://www.journalexperts.com/>)
- American Manuscript Editors (<http://americanmanuscripteditors.com/>)
- Bioedit Scientific Editing (<http://www.bioedit.co.uk/>)
- BioMed Proofreading (<http://www.biomedproofreading.com>)
- Edanz (<http://www.edanzediting.com>)
- Editage (<http://www.editage.com.br/>)
- Elsevier (<http://webshop.elsevier.com/languageservices/>)
- Enago (<http://www.enago.com.br/forjournal/>)
- GlobalEdico (<http://www.globaledico.com/>)
- JournalPrep (<http://www.journalprep.com>)
- Paulo Boschcov ([paulo@bridgetextos.com.br](mailto:paulo@bridgetextos.com.br), [bridge.textecn@gmail.com](mailto:bridge.textecn@gmail.com))
- Proof-Reading-Service.com (<http://www.proof-reading-service.com/pt/>)
- Publicase (<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>)
- Queen's English (<http://www.queensenglishediting.com/>)
- STTA - Serviços Técnicos de Tradução e Análises (<http://stta.com.br/servicos.php>)

A tradução para o inglês é custeada pelos autores e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através da nossa página no campo “Transferir Documentos Suplementares”.

Os trabalhos submetidos à RCA serão **avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para pelo menos dois (2) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite**. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. **O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores)**. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

#### 2. Custo de publicação

O custo é de **R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais) por página editorada** no formato final. No ato da submissão é **requerido um depósito de R\$ 100,00 (cem reais) não**

**reembolsáveis.** Se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial, a taxa paga não poderá ser reutilizada para outras submissões dos autores. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA ([ccarev@ufc.br](mailto:ccarev@ufc.br)). Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

### **CETREDE CIENCIA AGRONOMIC**

Banco do Brasil: Agência bancária: **3653-6** - Conta corrente: **46.375-2**

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. Que o autor que fizer a submissão do trabalho **cadastre todos os autores no sistema**;
3. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

### **3. Formatação do Artigo**

**DIGITAÇÃO:** no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

**ESTRUTURA:** o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

**TÍTULO:** deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a **natureza do trabalho** (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada,...) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

**AUTORES:** na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". **Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas (diferentes).**

**RESUMO e ABSTRACT:** devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

**PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS:** devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada **palavra-chave e key word** deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

**INTRODUÇÃO:** deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

**CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO:** a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas.

**Ex:** Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier *et al.* (1997) ou (XAVIER *et al.*, 1997).

**VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE:** havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, **em ordem alfabética**, independente do ano de publicação.

**Ex:** (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

**SIGLAS:** quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

**Ex:** De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

**TABELAS:** devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

**FIGURAS:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

**Obs.:** As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

**EQUAÇÕES:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

### **ESTATÍSTICA:**

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  
 $y = a + bx + cx^2 + \dots$ ;
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

**CONCLUSÕES:** quando escritas em mais de um parágrafo devem ser numeradas.

**AGRADECIMENTOS:** logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

**REFERÊNCIAS:** são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo e justificadas. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS. Não são contabilizadas neste percentual de 60% referências de livros. Não serão aceitas nas referências citações de Resumos, Anais, Comunicados Técnicos, Monografias, Dissertações e Teses.** Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

#### **Alguns exemplos:**

##### **- Livro**

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

##### **- Capítulo de livro**

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

##### **- Artigo de revista**

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. *et al.* Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 280-287, 2006.

